



Universidade de Lisboa  
Faculdade de Motricidade Humana



# Salto Horizontal e Fragilidade Óssea em Jovens dos 10 aos 17 Anos

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em  
**Exercício e Saúde**

**Orientadora:** Professora Doutora Maria de Fátima Marcelina Baptista

**Júri:**

Presidente: Doutor Raul Alexandre Nunes da Silva Oliveira

Vogais: Doutora Maria de Fátima Marcelina Baptista

Doutora Vera Lúcia Zymbal

**Cristiano Filipe Varela Joaquim**

**2019**

## **Agradecimentos**

Aos meus pais, Eduardo e Carmelita e irmã Joana, por todo o apoio, incentivo e motivação dada nos últimos tempos.

Aos meus amigos pelos momentos de descontração e divertimento, em especial à família Abreu e a todos os meus colegas de equipa do polo aquático Algés, sem esquecer claro os meus amigos de Portimão que vivem em lisboa, sempre disponíveis para me ajudar.

Aos meus colegas e amigos de mestrado, que proporcionaram momentos agradáveis durante todo esse período.

Aos professores da FMH, em especial à minha orientadora a Professora Doutora Fátima Baptista pela confiança e apoio na realização deste trabalho.

# Índice

<b>Agradecimentos .....</b>	<b>2</b>
<b>Índice de Tabelas e Figuras .....</b>	<b>5</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1 - Apresentação do problema .....</b>	<b>8</b>
1.1 Introdução .....	8
1.2 Definição do Problema.....	9
1.3 Âmbito do estudo .....	9
1.4 Pressupostos .....	9
1.5 Limitações .....	9
1.6 Hipóteses.....	9
1.7 Significado / Pertinência do estudo.....	9
1.8 Definições Operacionais.....	10
1.9 Lista de abreviaturas.....	10
<b>Capítulo 2 – Revisão da Literatura .....</b>	<b>11</b>
2.1 Avaliação da Aptidão física em Contexto Escolar.....	11
2.2 Aptidão Muscular e Saúde em Geral .....	12
2.3 Fragilidade Óssea e Aptidão Muscular .....	14
<b>Capítulo 3 – Metodologia .....</b>	<b>16</b>
3.1 Amostra.....	16
3.2 Instrumentos de Recolha de Dados e Procedimentos.....	16
3.2.1 Fragilidade Óssea .....	16
3.2.2 Aptidão Muscular .....	17
3.2.3 Estado de Saúde .....	17
3.2.4 Maturidade Biológica.....	18

3.3Análise Estatística .....	18
<i>Capítulo 4 - Resultados</i> .....	<i>19</i>
<i>Capítulo 5 – Discussão</i> .....	<i>1</i>
<i>Referências</i> .....	<i>4</i>
<i>Anexos</i> .....	<i>13</i>

# Índice de Tabelas e Figuras

## *Tabelas*

Tabela 1 – Número de participantes (10-17 anos) em cada intervalo de idade.

Tabela 2 – Caracterização da amostra expressa através da média  $\pm$  desvio padrão.

Tabela 3 – Aptidão muscular dos membros inferiores, expressa através do salto horizontal com pausa e sem pausa (média  $\pm$  desvio padrão).

Tabela 4 – Associações entre o salto horizontal e a densidade mineral óssea do corpo inteiro, normalizadas para a idade e ajustadas para a maturidade e altura corporal.

Tabela 5 – Regressão logística binária para fragilidade óssea ajustada para maturidade e altura corporal.

## *Figuras*

Figura 1 – Salto horizontal com pausa de acordo com a idade e sexo: (a) raparigas, (b) rapazes.

Figura 2 – Salto horizontal com pausa de acordo com a idade e sexo: (a) raparigas, (b) rapazes.

Figura 3 – Diferença do salto horizontal de acordo o sexo e idade: (a) raparigas, (b) rapazes.

Figura 4 – Distância de salto horizontal sem pausa (cm) de acordo com a idade e nacionalidade - rapazes.

Figura 5 – Distância de salto horizontal sem pausa (cm) de acordo com a idade e nacionalidade – raparigas.

## Resumo

O objetivo principal deste estudo foi analisar a relevância do salto horizontal como marcador de fragilidade óssea em contexto escolar em crianças e jovens dos 10 aos 17 anos.

### Metodologia:

A amostra incluiu 477 participantes, de ambos os géneros (220 raparigas e 257 rapazes).

A fragilidade óssea foi identificada a partir de densitometria radiológica de dupla energia (DXA) através de um exame de corpo inteiro, sem a cabeça. Para as devidas comparações, os participantes foram divididos em 2 grupos de acordo com Z-Score da densidade mineral óssea (DMO) subtotal ( $< -0,9$  DP vs.  $\geq -0,9$  DP).

A aptidão muscular foi avaliada através de salto horizontal realizado com e sem pausa na preparação da impulsão para o salto, com a finalidade, dos seus valores serem comparados com jovens de outros países.

A análise do poder preditor do salto horizontal para identificação da fragilidade óssea, foi efetuada através de regressão logística.

### Resultados:

Nas raparigas foi observado que o aumento de 1DP no salto horizontal estava associado a uma diminuição da probabilidade de fragilidade óssea em 43-45% ( $p < 0,05$ ), consoante se considera o salto com pausa e sem pausa, respetivamente.

Nos rapazes não foi observado qualquer poder preditor do salto horizontal para a identificação da fragilidade óssea.

**Conclusão:** A aptidão muscular avaliada através do salto horizontal pode constituir um marcador da fragilidade óssea nas raparigas mas não nos rapazes dos 10 aos 17 anos.

Palavras-Chaves: Aptidão Muscular, Densidade Mineral Óssea; Fragilidade Óssea, Jovens, Salto Horizontal.

# Abstract

The main objective of this study was to analyze the relevance of horizontal jump as a marker of bone fragility in school context in children and young people from 10 to 17 years.

## Methodology:

The sample included 477 participants of both genders (220 girls and 257 boys).

Bone fragility was identified from dual energy radiological densitometry (DXA) through a full body examination without the head. For proper comparisons, participants were divided into 2 groups according to Z-Score of subtotal bone mineral density (BMD) ( $<-0.9$  SD vs.  $\geq -0.9$  SD).

Muscle fitness was assessed by horizontal jump performed with and without pause in the preparation of the jump impulse, with the purpose of comparing their values with young people from other countries.

Predictive power analysis of horizontal jump to identify bone fragility was performed by logistic regression.

## Results:

In girls it was observed that the 1DP increase in horizontal jump was associated with a 43-45% decrease in the likelihood of bone fragility ( $p < 0.05$ ), depending on whether paused and non-paused jumping, respectively.

In boys, no predictive power of horizontal jump was observed to identify bone fragility.

**Conclusion:** Muscle fitness assessed through horizontal jump may be a marker of bone fragility in girls but not boys aged 10 to 17 years.

Keywords: Muscle Fitness, Bone Mineral Density; Bone Fragility, Young, Horizontal Heel.

# Capítulo 1 - Apresentação do problema

## 1.1 Introdução

Durante o crescimento, para além das alterações biológicas inerentes, como a maturação, a hiperplasia celular, a composição corporal, entre outros (Malina, Bouchard, e Bar-Or, 2009), também os comportamentos sofrem modificações, em particular, a atividade física (Koezuka, Koo, Alisson et al., 2006). Estudos feitos apontam para que os rapazes sejam mais ativos que as raparigas. (Sleap, Warbuston., 1992).

A osteoporose e osteopénia são problemas de saúde relacionados com a baixa densidade mineral óssea (DMO), aumentando a probabilidade de ocorrer fraturas ósseas (Wang e Seeman 2013). Se no passado era apenas observada em pessoas adultas e idosas, mais recentemente passou a ser uma preocupação em idades mais jovens tendo em vista a maximização do pico de massa óssea que é alcançado entre a segunda e a terceira década de vida (Heaney, Abrams, Looker et al., 2000).

As idades pediátricas constituem um período fundamental para a educação e promoção de hábitos de vida saudáveis (Kohrt, Bloomfield, Yingling et al., 2004), e os rastreios da atividade física e da aptidão física em contexto escolar podem ajudar nesta educação e promoção de comportamentos e hábitos saudáveis.

Uma densidade mineral óssea adequada é fundamental na prevenção da osteoporose (Borer, 2005). Estudos evidenciam que o desenvolvimento da aptidão muscular em crianças e jovens é benéfico para a saúde óssea (Vicente-Rodríguez, Urzanqui, Mesana et al., 2008), em especial nos 2 anos antes e nos 2 anos após o pico de velocidade de crescimento em altura, já que um terço da massa óssea é adquirido neste período. ( Volgyi, Lyytikainen, Tylavsky et al., 2010). A remodelação óssea nos rapazes ocorre entre os 13 e 17 anos, e nas raparigas dos 11 aos 14 anos. (Campos, Liphaut, Silva, Pereira,. 2003)

O salto horizontal constitui um indicador da aptidão muscular, é de fácil aplicação em contexto escolar mas os valores de referência que se conhecem são de natureza normativa (Pišot e Planinšec, 2010; Popeska, Georgiev, Mitevski, 2009). Assim, o principal objetivo deste estudo foi analisar a relevância do salto horizontal como marcador de fragilidade óssea em contexto escolar em crianças e jovens dos 10 aos 17 anos.



## **1.2 Definição do Problema**

O objetivo principal do estudo foi perceber a importância da aplicação do teste do salto horizontal em contexto escolar para a identificação de fragilidade óssea em crianças e jovens dos 10 aos 17 anos.

## **1.3 Âmbito do estudo**

Estudo transversal no contexto escolar, com o objetivo de identificar a fragilidade óssea através do teste do salto horizontal.

## **1.4 Pressupostos**

Parte-se do princípio que os testes foram bem estabelecidos, conduzidos e que os valores obtidos através da DXA são bons indicadores de fragilidade óssea.

## **1.5 Limitações**

As principais limitações podem estar relacionadas com a falta de conhecimento técnico na execução do salto durante os testes efetuados, o valor de corte ( $-0,9 < DP \leq -0,9$ ) para categorizar os participantes como tendo ou não fragilidade óssea (DMO abaixo do percentil 20 para o sexo e idade).

## **1.6 Hipóteses**

A principal hipótese é se salto horizontal constitui um marcador da fragilidade óssea em rapazes e raparigas dos 10 aos 17 anos idade.

## **1.7 Significado / Pertinência do estudo**

A pertinência do estudo está relacionado com a necessidade de prevenir a fragilidade óssea no contexto escolar utilizando abordagens de baixo custo e de fácil acesso por parte de profissionais de educação física.

## 1.8 Definições Operacionais

**Aptidão física:** conjunto de atributos que o ser humano possui ou alcança, que pode ser mantido ou melhorado através do exercício físico e medido por testes específicos. É também entendida como a capacidade de realizar trabalho sem apresentar sinais evidentes de fadiga (Caspersen, Powell e Christenson, 1985).

**Atividade física:** qualquer movimento voluntário produzido pelos músculos esqueléticos, que resulta num gasto energético acima dos níveis de repouso. (Caspersen, 1985).

**Aptidão muscular:** conjunto de atributos individuais, inatos ou adquiridos, que se relacionam com a capacidade para executar atividade física, sem excesso de fadiga (ACSM, 2010)

**Salto Horizontal:** teste ou exercício para avaliar/treinar a potência dos membros inferiores.

**Densidade mineral óssea (DMO):** conteúdo mineral ósseo de uma determinada região óssea dividido pela sua área projectada, expresso em  $\text{g/cm}^2$  (Schoenau et al., 2002).

**Pico de velocidade em altura (PVA):** taxa máxima de crescimento em estatura (Sherar, 2005).

**Índice de massa corporal (IMC):** é a razão entre o peso corporal total expresso em quilogramas de um indivíduo e o quadrado de sua altura expressa em metros (Lohman, 1992).

## 1.9 Lista de abreviaturas

CMO – Conteúdo mineral ósseo

DMO – Densidade mineral óssea

DXA – Densitometria radiológica de dupla energia

IMC – Índice de massa corporal

PVA – Pico de velocidade em altura

## **Capítulo 2 – Revisão da Literatura**

### **2.1 Avaliação da Aptidão física em Contexto Escolar**

A aptidão física é um conceito multidimensional que tem sido definido como um conjunto de atributos individuais, inatos ou adquiridos, que se relacionam com a capacidade para executar atividades ocupacionais e recreativas, diariamente, sem excesso de fadiga (ACSM, 2010). A aptidão física é avaliada em contexto escolar através de baterias com diversos testes para avaliar diferentes atributos de crianças e jovens. Estes testes incorporados nas baterias de avaliação da aptidão física, podem variar consoante a escola, a região ou mesmo o país quando há adoção de baterias específicas, como a do Fitnessgram, Eurofit, BAPAE, Alpha entre outras.

Em meados do século passado, a avaliação da aptidão física baseava-se sobretudo na avaliação do desempenho (performance) (Johnson, Updyke, Stolberg et al., 1966; Corbin, Dowell e Landiss, 1968). Mais recentemente (finais do século passado), começou a dar-se maior atenção à saúde das crianças e jovens do que propriamente ao desempenho físico, (Simons-Morton, Parcel, O'Hara et al., 1988); assim, o conceito de aptidão física relacionada com a saúde ganhou outra dimensão (Pate, Corbin, Simons-Morton et al., 1987; Sallis).

A relevância na saúde levou ao desenvolvimento do Fitnessgram, uma bateria de testes de condição física mais relacionada à saúde, (Cooper Institute, 1987). Para além da aptidão aeróbia e da composição corporal, também a flexibilidade e a aptidão muscular, figuram as diversas dimensões da aptidão física relacionada com a saúde (Welk, 2006). Esta bateria de testes fornece aos professores ferramentas importantes que ajudam a avaliar a aptidão física dos seus alunos e tem um papel importante na saúde pública (Morrow, 2005 ; Morrow e Ede, 2009).

Os valores de referência encontram-se mais ou menos bem estabelecidos para a aptidão aeróbia e para a composição corporal dado que a saúde cardiovascular e a obesidade encontram-se no centro das preocupações a nível da investigação da aptidão física relacionada com a saúde em contexto escolar (Araújo e Araújo, 2000).

Um estudo de Morrow, Martin, Jackson (2010), avaliou diretamente a confiança e validade das avaliações Fitness-Gram utilizado por professores. O facto dos resultados destas avaliações não estarem dependentes da escola, fundamenta a capacidade em que estes têm em conduzir avaliações válidas e confiáveis, levando assim, à promoção do fitness e educação física a nível escolar (Welk, 2006).

Testes de potência não estão incluídos atualmente na bateria de testes do Fitnessgram (Meredith e Welk, 2013), apesar de existirem evidências que suportam a boa relação entre a potência e saúde (Baptista, Mil-Homens, Carita et al., 2016; Zymbal, Janz, Letuchy et al., 2015; Hardcastle et al., 2014), com o passar do tempo é provável que testes de potência venham a ser incluídos em baterias de testes. O ALPHA é uma bateria de testes de condição física amplamente utilizado na europa onde já são incluídos testes de potência há alguns anos e apresentam uma relação positiva com a saúde (ALPHA-FIT, 2009).

## **2.2 Aptidão Muscular e Saúde em Geral**

A aptidão muscular está relacionada com a capacidade que o sistema músculo-esquelético tem de executar tarefas, ou seja, fornecer respostas rápidas em termos de força e potência de forma eficaz (Saidj, Jørgensen, Jacobsen et al., 2014).

Mede diretamente as forças musculares e pode ser avaliada regularmente nas escolas (educação física) sendo considerada um parâmetro lógico para a perceção não invasiva da força óssea (Fricke, Beccard, Semler et al., 2010).

Os testes de aptidão muscular são testes importantes para o conhecimento da aptidão física utilizado em vários países. Os testes de força muscular simples utilizam dispositivos simples de força, alcance e medição de velocidade com o intuito de medir a força dos músculos. O salto é um exercício muito utilizado na reabilitação do atleta, ou seja, no despiste de problemas associados à densidade mineral óssea, sendo classificado como um teste básico de força dos membros inferiores para crianças. ((Pišot et al., 2010; Popeska et al., 2009)

O salto horizontal foi conhecido como um evento desportivo que teve origem nos jogos olímpicos da Grécia antiga. A partir de 1912 tornou-se e tem sido utilizado como um teste para a avaliação da força explosiva dos membros inferiores. A força explosiva, constitui uma capacidade física fundamental em vários desportos (Newton et al., 1994) .

O desempenho do salto depende da posição inicial, do contramovimento, força muscular e articulações (Lee e Cheng, 1999). Investigadores, apontam para as dificuldades em ter valores de referência do salto horizontal pois este depende também de diferenças raciais, fatores genéticos e antropométricos que podem alterar a força muscular e a eficácia do salto. Segundo, Ashby e Delp (2006), Ashby e Heegaard (2002), Lees, Vanrenterghem, Clercq (2000), e Wakai e Linthorne (2005) , a eficiência do salto horizontal depende de três componentes: velocidade horizontal na descolagem, ângulo de descolagem e balanço do braço durante um salto. A movimentação dos braços acaba por ter um papel fundamental durante o salto, bem como, o funcionamento adequado do quadríceps e joelho na fase preparatória para que tenha uma boa eficácia (bom comprimento de salto), Zhouye, Yoshimasa, Yun et al., (2010).

O teste do salto horizontal tem correlações elevadas com as medidas isocinéticas da força das pernas, é um bom preditor do desempenho em sprints e saltos longos (Wiklander e Lysholm, 1987). As medidas de potência muscular medidas através do salto horizontal estão relacionadas com o conteúdo mineral ósseo sobretudo nos membros inferiores (Pate, Oria, Pillsbury, 2012). As suas avaliações foram reconhecidas por terem propriedades psicométricas aceitáveis e por serem boas alternativas às avaliações laboratoriais de potência anaeróbia levando à inclusão em várias baterias de fitness juvenil (Castro-Pinero, et al., 2010). O relatório do Instituto de Medicina (IOM) refere que o salto horizontal deve ser considerado nas avaliações de aptidão muscular.

Este teste foi desenvolvido e hoje em dia é utilizado na Europa nomeadamente nas baterias de teste do Alpha-Fitness e do Eurofit (Ruiz et al., 2011; Gonzalez, López, Bravo et al., 2014), É usado também na Bouge, uma bateria de testes de aptidão francesa (Vanhelst, Béghin, Czaplicki, et al., 2014).

## **2.3 Fragilidade Óssea e Aptidão Muscular**

A aptidão física em geral, mas sobretudo, a aptidão muscular parece constituir um marcador importante da saúde óssea (McKay, Liu, Egeli, et al., 2011), expressa através de uma densidade mineral óssea diminuída. Uma densidade mineral óssea diminuída constitui um fator de risco para a ocorrência de fraturas ósseas, em pessoas adultas mas também em crianças e jovens (Barrack, Fredericson, Tenforde et al., 2017). Uma vez que a fragilidade óssea em idades pediátricas constitui um determinante para a osteoporose na idade adulta, é muito importante o despiste e a prevenção da fragilidade óssea em idades pediátricas (Wang et al., 2013).

O despiste de fragilidade, geralmente é efetuado em contexto clínico através de densitometria de raio x de dupla energia (DXA). Todavia, a aptidão muscular, nomeadamente os testes de força de preensão e de salto vertical e horizontal tem sido apontados como instrumentos potenciais de rastreio da fragilidade óssea (Boyer, Tremblay, Saunders et al, 2013).

Diversos estudos revelam associações positivas entre a aptidão muscular e a saúde óssea (Torre-Costoso, et al., 2015; Marco, et al., 2011; Baptista et al., 2016; Janz et al., 2015; Hardcastle et al., 2014). As atuais orientações para a atividade física também já salientam a importância da aptidão muscular para a saúde óssea ao incorporarem “atividades de fortalecimento muscular à idade” em pelo menos três dias por semana para jovens e duas vezes por semana para adultos (Araújo e Araújo, 2000).

As fraturas ósseas ocorrem em cerca de 30% dos rapazes e raparigas até aos 18 anos de idade. A prevalência de fraturas pediátricas é maior do que as taxas de fratura em adultos jovens e de meia-idade (Cooper, Dennison, Leufkens et al., 2004). Esta prevalência reflete: a) a atividade física e os comportamentos de risco comuns em crianças e adolescentes; b) uma suscetibilidade transitória do esqueleto durante o crescimento rápido (Khosla, Melton, Dekutoski, et al., 2003); e c) jovens com força óssea insuficiente ou tamanho esquelético em relação ao tamanho total do corpo (Clark, Ness, Bishop, et al., 2006).

Os fatores genéticos são responsáveis por 60% a 80% da variação do pico de massa óssea que é alcançado entre a segunda e terceira décadas de vida (Cheng, et al., 2009). Por sua vez, o estilo de vida e em particular a atividade física e fatores nutricionais como o cálcio e a vitamina D contribuem também para a maximização do pico de massa óssea (Gracia-Marco, et al., 2011; Gordon, et al., 2017). De referir também que os fatores biológicos associados ao crescimento ósseo dependem do nível de maturação durante a adolescência segundo Baxter-Jones, Faulkner, Forwood et al., (2011).

Exercício físico durante a infância tem uma relação positiva com a melhoria da densidade mineral óssea Nikander, Sievanen, Heinonen, et al., (2010). O tipo de desporto, devido às suas características, pode influenciar o crescimento esquelético bem como, ser um fator de risco para baixa massa óssea Barrack, et al., (2017). Atividades físicas de alta intensidade metabólica melhoram a saúde cardiovascular, assim como as atividades físicas de alta intensidade mecânica melhoram a saúde óssea. Há evidências sólidas de que atividades explosivas de salto e similares melhoram a resistência óssea (Tan et al., 2014; Weaver et al., 2016). As Diretrizes de Atividade Física dos Estados Unidos para os EUA (USDHHS, 2008) recomendam explicitamente atividades físicas de fortalecimento ósseo para crianças e adolescentes.

A atividade física saudável, otimiza os ganhos ósseos em jovens (Weaver et al., 2016), minimizando a perda óssea na idade adulta (Borer, 2005; Nilsson et al., 2014; USDHHS, 2004). Os resultados dos estudos transversais, longitudinais e aleatórios de intervenção indicam inequivocamente que a atividade física resulta em aumento da massa e força óssea em crianças e adultos, embora a magnitude da resposta seja maior antes da maturidade esquelética (Bailey, McKay, Mirwald, et al., 1999; Howe et al., 2011; Janz et al., 2006; Bolam, van Uffelen, Taffa, 2013).

De forma a prevenir a ocorrência de fraturas ósseas, ferramentas de triagem devem estar disponíveis para toda a comunidade, nomeadamente nas escolas, pois independentemente do perfil de risco da criança, é uma ferramenta importante para a promoção de saúde. Assim, jovens, pais e professores podem entender a importância da saúde óssea e assim promover comportamentos de estilo de vida saudáveis.

## Capítulo 3 – Metodologia

### 3.1 Amostra

Este estudo, de natureza transversal teve como objetivo identificar fragilidade óssea através do teste do salto horizontal em crianças de 10 aos 17 anos de idade. Trata-se de um estudo efetuado no âmbito do projeto *Fitness Standards for the Vertical Jump and Plank* (Cooper Institute, USA. 2018) que incluiu 543 participantes (255 do sexo feminino) dos 9 anos aos 19 anos do 4º ao 12º ano de escolaridade, recrutados no Agrupamento de Escolas Professor Noronha Feio do concelho de Oeiras, nomeadamente na Escola Básica João Gonçalves Zarco e nas Escolas Secundárias Professor José Augusto Lucas, Noronha Feio e Santa Catarina. Para este estudo foram selecionados todos os participantes com avaliações ao nível do osso e da aptidão muscular, nomeadamente 427 participantes. Foi obtido consentimento informado de todos os encarregados de educação para que os seus educandos participassem no estudo. (Anexo 1).

### 3.2 Instrumentos de Recolha de Dados e Procedimentos

#### 3.2.1 Fragilidade Óssea

A fragilidade óssea foi determinada a partir da avaliação da densidade mineral óssea (DMO) subtotal, ou seja, do corpo inteiro excluindo a região da cabeça. O exame foi efetuado com densitometria radiológica de dupla energia (DXA, Explorer, Hologic, Waltham, USA, software versão 7.1). Todos os procedimentos foram implementados de acordo com as instruções do fabricante relativamente à calibração do equipamento, ao posicionamento da mesa de avaliação, à ausência de objetos metálicos e imobilização do participante durante a avaliação.

Considerou-se fragilidade óssea uma DMO subtotal com um z-score  $< - 0,9$  DP relativamente à média do respetivo grupo etário (por ano de idade) e sexo. Este valor de corte corresponde ao percentil 20 da amostra.



### **3.2.2 Aptidão Muscular**

A aptidão muscular foi avaliada ao nível dos inferiores através do salto horizontal (stand long jump). Este teste analisa o comprimento ou a distância de salto. Os participantes começam de pé, com os dois pés em contacto com a linha de partida. O arranque e a chegada ao solo são feitos com os dois pés e a distância entre a partida e o calcanhar mais próximo na receção é registada. Cada participante realiza três saltos, um para praticar e os outros dois para registar os resultados. No caso do salto horizontal sem pausa, é um movimento contínuo em que: A) O aluno deve posicionar-se de pé atrás da linha que assinala o ponto de partida com os pés à largura dos ombros; B) Partindo da posição de pé, em movimento contínuo, o aluno deve fletir os joelhos, puxar os braços atrás e saltar em comprimento o mais longe possível; C) As distâncias são medidas desde o ponto de partida até ao calcanhar. No caso do salto horizontal com pausa, na fase preparatória do salto o aluno faz um agachamento durante 2 segundos e de seguida puxa os braços para trás e salta a maior distância possível.

### **3.2.3 Estado de Saúde**

O estado geral de saúde foi avaliado através de um questionário entregue aos encarregados de educação, relativo à informação sobre doenças, uso de medicação e histórico de fraturas (anexo 2). Das 203 raparigas incluídas no estudo, 21 relataram histórico de fraturas (10,2%) enquanto dos 224 rapazes incluídos no estudo 28 relataram histórico de fraturas (12,6%).

### **3.2.4 Maturidade Biológica**

A maturidade biológica foi estimada como a distância positiva ou negativa em anos da idade do pico de velocidade de crescimento em altura (PVA) usando para o efeito equações preditivas específicas para cada género e que incluem variáveis como a idade, estatura, estatura sentado e massa corporal (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002; Sherar, Mirwald, Baxter-Jones, & Thomis, 2005).

### **3.3 Análise Estatística**

Os dados referentes à descrição da amostra foram apresentados sobre a forma de média e desvio padrão, calculados através do programa SPSS (Versão 24 para Windows; SPSS, Chicago, IL, USA). Para a análise dos dados procedeu-se:

1. À caracterização da amostra separada por sexo e utilizando os valores originais das variáveis (valores absolutos). Para a comparação entre sexos ou variáveis utilizaram-se testes T para amostras independentes.
2. À análise da associação entre variáveis - salto horizontal com e sem pausa e DMO subtotal, através do coeficiente de correlação de Pearson. Previamente a esta análise as variáveis foram ajustadas para a maturidade biológica e para a altura corporal, separadamente para rapazes e raparigas.
3. À análise do poder preditor do salto horizontal para identificação da fragilidade óssea, através de regressão logística. Para o efeito os participantes foram divididos em 2 grupos de acordo com Z-Score da DMO Subtotal ( $< -0,9$  DP vs.  $\geq -0,9$  DP).

Para todas as análises foi estabelecido um nível de significância de  $p < 0,05$ .

## Capítulo 4 - Resultados

A amostra foi constituída por 524 participantes, dos quais 247 raparigas e 277 rapazes, dos 10 aos 17 anos de acordo com os grupos descritos na tabela 1.

*Tabela 1 – Número de participantes em cada intervalo de idade.*

Idade	Total	Raparigas	Rapazes
10 anos	77	39	38
11 anos	72	32	40
12 anos	66	30	36
13 anos	61	27	34
14 anos	83	45	38
15 anos	68	37	31
16 anos	54	21	33
17 anos	43	16	27
<b>TOTAL</b>	<b>524</b>	<b>247</b>	<b>277</b>

No entanto, nem todos os participantes avaliados no salto horizontal foram avaliados para a fragilidade óssea, através da DXA. A avaliação da fragilidade óssea foi conduzida em 477 participantes, através da medição da DMO subtotal expressa em valores absolutos e valores relativos (Z-Score).

**Tabela 2** – Caracterização da amostra expressa através da média  $\pm$  desvio padrão.

	Raparigas (n=220)	Rapazes (n=257)	P value
Idade Cronológica (anos)	13,7 $\pm$ 2,2	13,8 $\pm$ 2,3	0,546
Massa Corporal (kg)	49,3 $\pm$ 10,1	51,3 $\pm$ 13,7	0,052
Altura Corporal (cm)	155,2 $\pm$ 9,2	159,4 $\pm$ 13,1	< 0,001
Altura Membros Inferior (cm)	72,8 $\pm$ 4,9	75,8 $\pm$ 6,5	< 0,01
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,3 $\pm$ 3,1	19,8 $\pm$ 3,1	0,083
PVA (anos)	12,5 $\pm$ 0,7	13,9 $\pm$ 0,7	< 0,001
Distância ao PVA (anos)	1,2 $\pm$ 1,6	-0,1 $\pm$ 2,0	< 0,001
DMO subtotal (g/cm <sup>2</sup> )	0,815 $\pm$ 0,103	0,834 $\pm$ 0,140	0,083
Salto Horizontal com Pausa (cm)	148,1 $\pm$ 25,1	168,8 $\pm$ 31,5	< 0,001
Salto Horizontal sem Pausa (cm)	149,9 $\pm$ 25,7	171,6 $\pm$ 33,5	<0,001
Fraturas ósseas (n)	0,20 $\pm$ 0,53	0,30 $\pm$ 0,71	0,088

*IMC, índice de massa corporal; PVA, pico de velocidade em altura ; DMO, densidade mineral óssea*

Na tabela 2 apresenta-se a caracterização da amostra separadamente para raparigas e rapazes. Observaram-se diferenças de altura corporal e dos membros inferiores com os rapazes a demonstrarem valores superiores, da maturidade biológica expressa através da distância do pico de velocidade em altura com as raparigas a revelarem maior maturidade biológica, e da aptidão muscular expressa através do salto horizontal com e sem pausa.

Ao nível dos saltos, os rapazes evidenciaram um desempenho superior ao das raparigas em cerca de 20 cm.

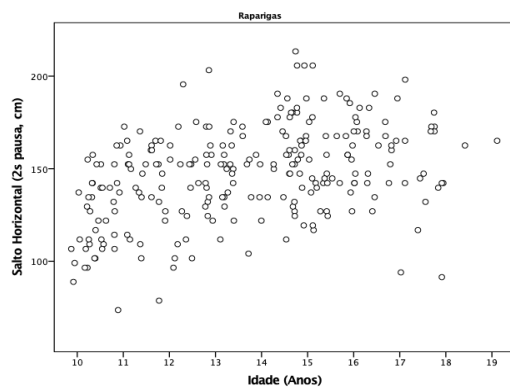
A descrição do desempenho no salto horizontal de acordo não só com o sexo mas também com a idade é apresentada na tabela 3 e nas figuras 1 - 3.

De um modo geral não foram observadas diferenças na distância entre os dois tipos de salto à exceção nas raparigas de 15 anos e nos rapazes de 13, 16 e 17 anos. Nestas idades o desempenho no salto sem pausa é superior ao salto com pausa.

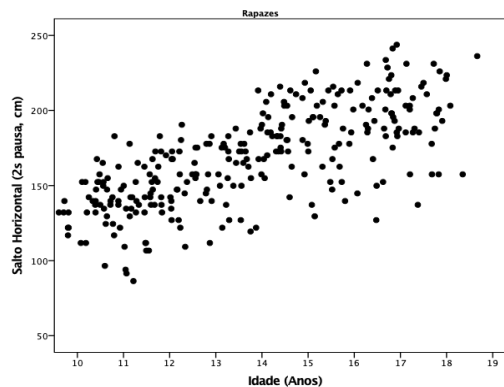
**Tabela 3** – Aptidão muscular dos membros inferiores, expressa através do salto horizontal com pausa e sem pausa (média  $\pm$  desvio padrão).

Idade	Salto horizontal com pausa (cm)	Salto horizontal sem pausa (cm)	Valor p	Salto Horizontal Melhor Resultado (cm)
Raparigas				
10	120,9 $\pm$ 20,6	121,3 $\pm$ 23,8	0,878	125,1 $\pm$ 23,1
11	135,3 $\pm$ 23,1	132,8 $\pm$ 21,4	0,147	137,2 $\pm$ 22,1
12	139,8 $\pm$ 26,5	140,1 $\pm$ 25,1	0,801	143,1 $\pm$ 25,3
13	149,1 $\pm$ 18,9	150,9 $\pm$ 17,1	0,301	153,9 $\pm$ 20,5
14	154,8 $\pm$ 22,3	158,8 $\pm$ 21,3	0,087	160,3 $\pm$ 21,9
15	156,6 $\pm$ 24,7	159,9 $\pm$ 25,6	0,013	161,9 $\pm$ 24,6
16	160,5 $\pm$ 19,4	163,2 $\pm$ 18,2	0,174	165,5 $\pm$ 19,4
17	155,8 $\pm$ 26	159,7 $\pm$ 23,9	0,058	160,9 $\pm$ 23,2
Rapazes				
10	137,5 $\pm$ 14,6	138,8 $\pm$ 18,4	0,784	141,8 $\pm$ 17,1
11	135,5 $\pm$ 22,2	137,1 $\pm$ 21,5	0,409	143,1 $\pm$ 25,3
12	150,9 $\pm$ 19,6	149,8 $\pm$ 23,7	0,554	154,7 $\pm$ 18,0
13	158,9 $\pm$ 19,0	162,8 $\pm$ 18,9	0,016	164,4 $\pm$ 17,6
14	176,7 $\pm$ 22,2	175,6 $\pm$ 18,8	0,488	179,8 $\pm$ 19,7
15	186,1 $\pm$ 25,3	189,7 $\pm$ 25,5	0,114	192,7 $\pm$ 25,4
16	184,1 $\pm$ 26,9	192 $\pm$ 28,0	< 0,001	193,6 $\pm$ 27,8
17	199,9 $\pm$ 23,8	206,7 $\pm$ 24,1	0,002	208,4 $\pm$ 23,3

(a)

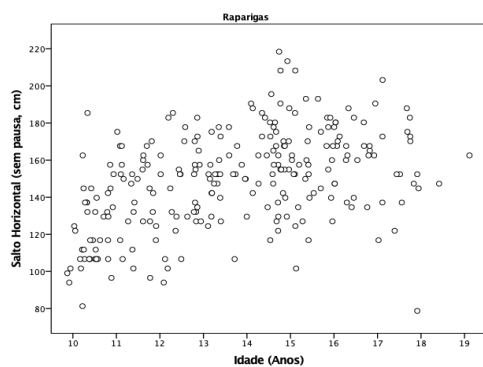


(b)

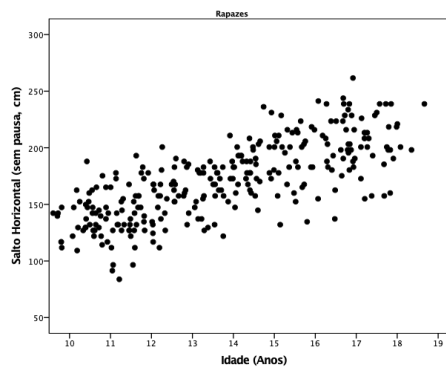


**Figura 1** – Salto horizontal com pausa de acordo com a idade e sexo: (a) raparigas, (b) rapazes.

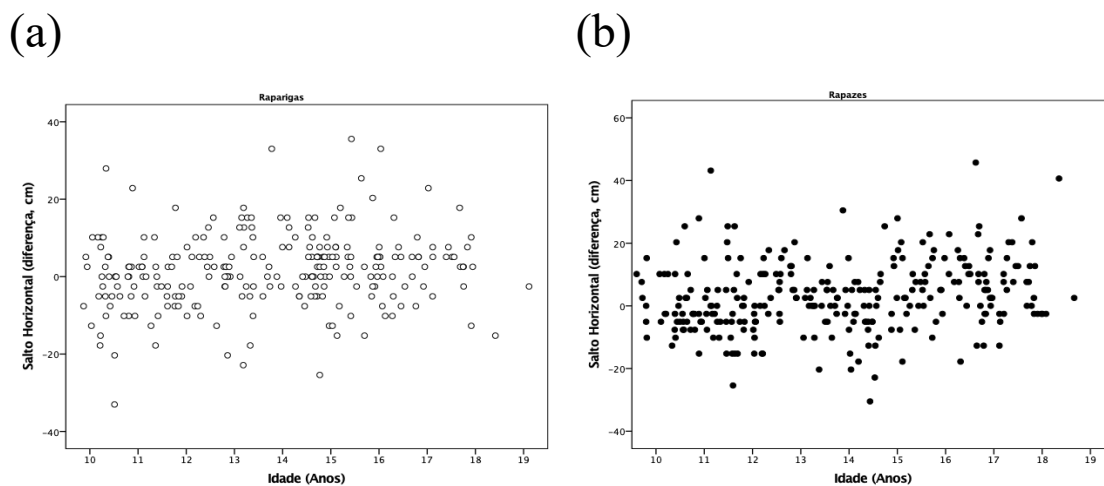
(a)



(b)

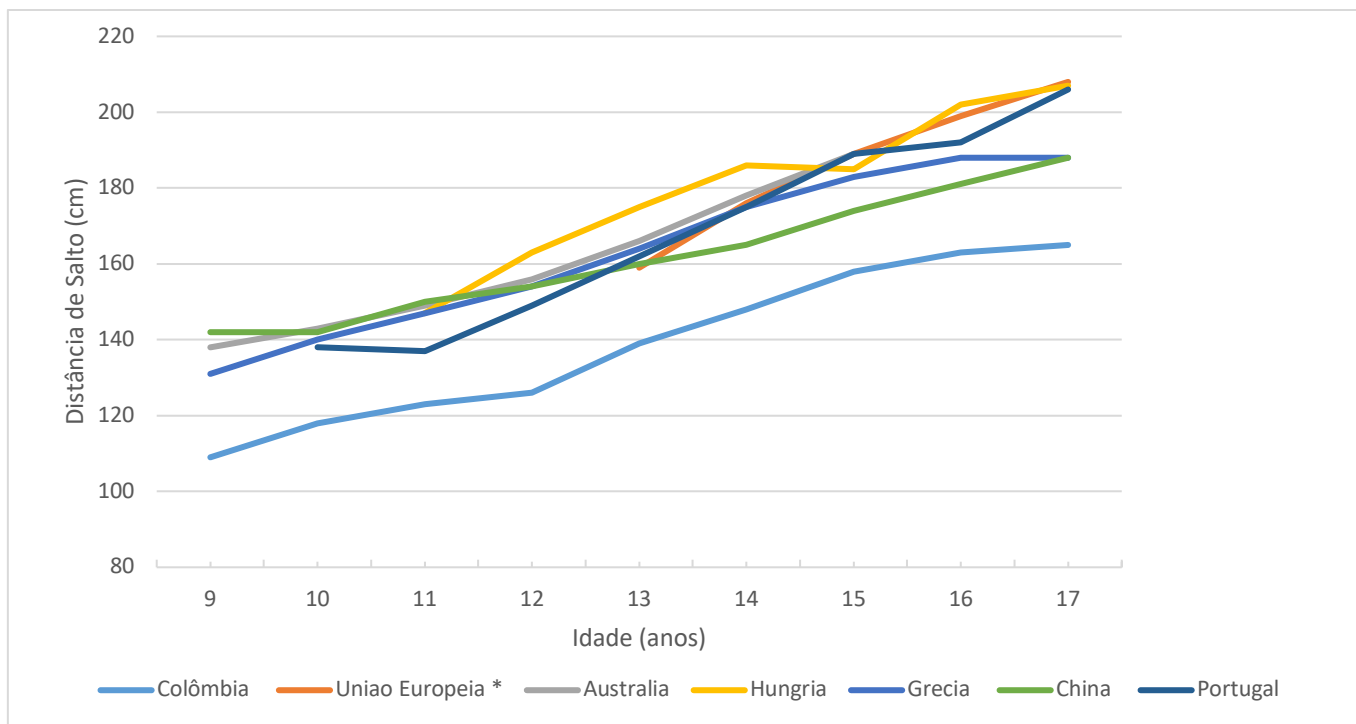


**Figura 2** – Salto horizontal sem pausa de acordo com a idade e sexo: (a) raparigas, (b) rapazes.

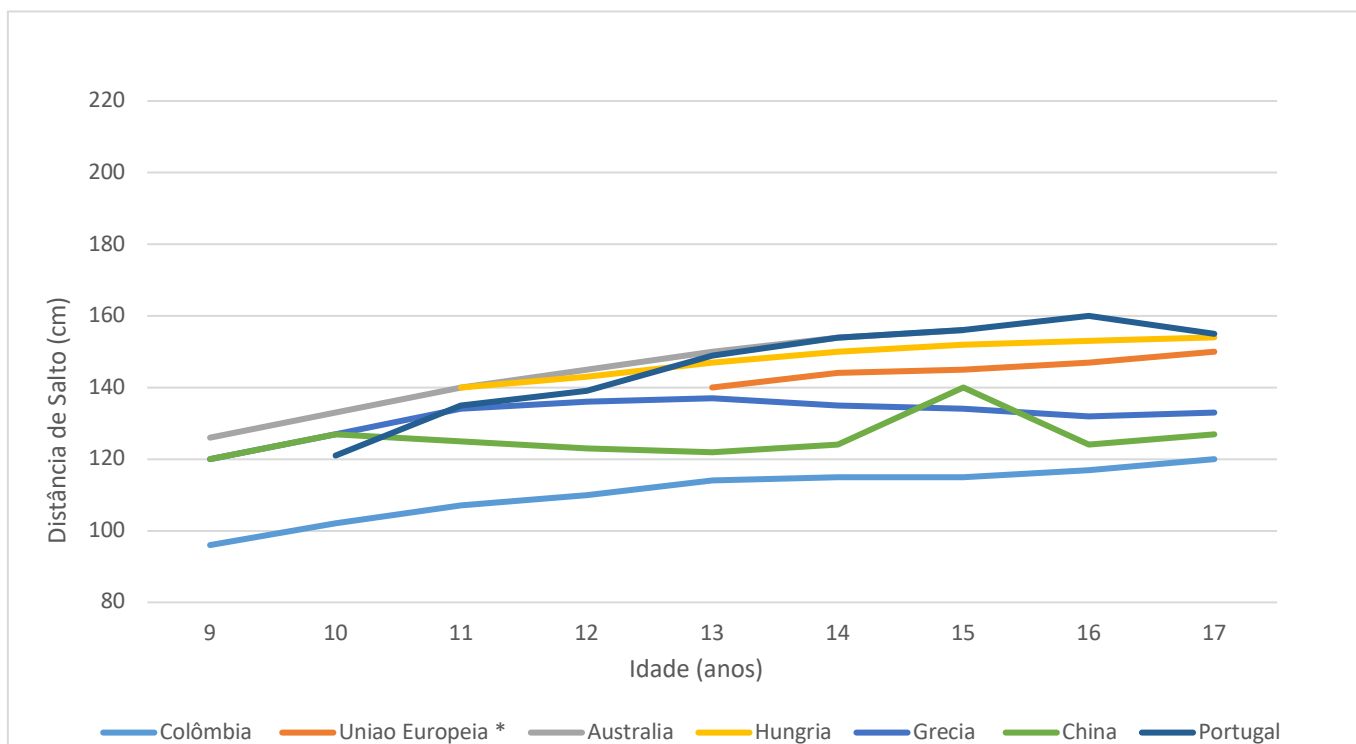


**Figura 3** – Diferença do salto horizontal de acordo o sexo e idade: (a) raparigas, (b) rapazes.

A comparação do salto horizontal sem pausa dos participantes do estudo (Portugal) com dados internacionais disponíveis (União Europeia; Colômbia; Austrália; Hungria; China; Grécia), pode ser visualizada na figura 3 para os rapazes e na figura 4 para as raparigas. De um modo geral, os resultados para os rapazes parecem assemelhar-se aos dos rapazes de outros Países enquanto as raparigas Portuguesas parecem ter um melhor desempenho neste teste relativamente à congéneres da União Europeia.



**Figura 4** – Distância de salto horizontal sem pausa (cm) de acordo com a idade e nacionalidade - rapazes.



**Figura 5** – Distância de salto horizontal sem pausa (cm), de acordo com a idade e nacionalidade - raparigas.



Na tabela 4, apresentam-se as associações entre o salto horizontal (com e sem pausa e melhor resultado) e a DMO subtotal. Os resultados evidenciam melhores associações entre estas variáveis nas raparigas comparativamente aos rapazes. Observa-se ainda que nas raparigas a associação da DMO subtotal é maior com o salto horizontal com pausa do que com o salto horizontal sem pausa.

**Tabela 4** – *Associações entre o salto horizontal e a densidade mineral óssea do corpo inteiro, normalizadas para a idade e ajustadas para a maturidade e altura corporal.*

	DMO Subtotal	
	Raparigas	Rapazes
Salto Horizontal com Pausa	0,344***	0,128*
Salto Horizontal Sem Pausa	0,301***	0,147*
Salto Horizontal Melhor Resultado	0,300***	0,121

\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$

Procedeu-se igualmente à análise do poder preditor do salto horizontal para a fragilidade óssea (tabela 5). Para o efeito os participantes foram divididos em 2 grupos de acordo com Z-Score da DMO Subtotal ( $< -0,9$  DP vs.  $\geq -0,9$  DP). Constatou-se que nas raparigas o aumento de 1DP no salto horizontal representa uma diminuição da probabilidade de fragilidade óssea em 43-45%, consoante se considera o salto com pausa e sem pausa, respetivamente. Nos rapazes não foi observado qualquer poder preditor do salto horizontal para a fragilidade óssea.

**Tabela 5** - Regressão logística binária para fragilidade óssea ajustada para maturidade e altura corporal.

Medida	Coeficiente	Erro Padrão	Razão Probabilidade	Intervalo de Confiança 95%	Valor - p
<i>Raparigas</i>					
Salto horizontal c pausa (DP)	-0,557	0,196	0,573	0,390 – 0,841	0,004
Salto horizontal s pausa (DP)	-0,598	0,196	0,550	0,375 – 0,807	0,002
<i>Rapazes</i>					
Salto horizontal c pausa (DP)	-0,276	0,172	0,757	0,542 - 1,064	0,110
Salto horizontal s pausa (DP)	-0,288	0,173	0,750	0,534 – 1,053	0,096

*Abr.* SE, erro padrão, OR, *odds ratio*, CI, intervalo de confiança.

## Capítulo 5 – Discussão

O principal objetivo deste trabalho foi descrever a aptidão muscular dos membros inferiores expressa através do salto horizontal em rapazes e raparigas dos 10-17 anos. Dado que não existem valores de referência para este tipo de teste para a população estudantil portuguesa, o objetivo secundário passou por analisar a sua relevância para a identificação da fragilidade óssea.

O salto horizontal constitui uma das abordagens de avaliação da aptidão muscular em contexto escolar (Castro-Pinero et al., 2010). A nível internacional, foram feitos estudos para comparar a distancia de salto horizontal em jovens de vários países. Mesmo assim, nenhum deles avaliou o poder preditivo deste teste para avaliar a saúde óssea.

Para a descrição da aptidão muscular dos membros inferiores através do salto horizontal procedeu-se à sua avaliação através de dois procedimentos: sem e com pausa durante a fase de impulsão, ou seja, com a realização de um contramovimento contínuo e com pausa de 2 segundos entre a fase excêntrica e concêntrica deste contramovimento. A eficiência deste procedimento está diretamente relacionada com o bom funcionamento do quadríceps e do joelho, bem como o balançar dos braços durante o salto (Mackala, Stodolka, Sieminski et al., , 2012). Além disso a eficácia do salto também está relacionada com o ângulo e a velocidade horizontal na descolagem (Zhouye et al. 2010).

Para a identificação da fragilidade óssea procedeu-se à divisão de grupos de acordo com Z-Score da DMO Subtotal, especificamente  $< -0,9$  DP vs.  $\geq -0,9$  DP. Este valor de corte corresponde ao percentil 20 da amostra tanto nos rapazes como nas raparigas. Os resultados de qualquer variável situados no percentil 20 ou abaixo, são de um modo geral considerados como muito desfavoráveis e de risco para a saúde (Clark, Ness, Bishop et al., 2014)

Comparativamente a outros países com dados disponíveis, nomeadamente, União Europeia, Colômbia, Austrália, Hungria, China e Grécia), os rapazes portugueses parecem apresentar um desempenho semelhante no teste de salto horizontal sem pausa enquanto as raparigas portuguesas parecem evidenciar melhores resultados (Journal of Strength and Conditioning Research, 2016 ; Ortega, Artero, Ruiz, 2011 ; Fryar, Gu, Ogden 2012 ; Catley e Tomkinson, 2013 ; Saint-Maurice, Laurson, Kaj, 2015 ; Tambalis, Panagiotakos, Psarra et al., 2015)

Relativamente à importância do salto horizontal como marcador da fragilidade óssea, o presente estudo revelou que este teste pode ser relevante nas raparigas mas não nos rapazes. Esta diferença do poder preditivo pode ter como explicação diferenças a diversos níveis, como a altura, massa corporal, altura dos membros inferiores, IMC, maturidade, entre outros. (Cheng et al. ,2009; Baxter-Jones et al., 2011; Marco et al. ,2011). No entanto, parece que a aptidão muscular parece ser mais determinante para as raparigas do que para os rapazes, apesar de revelarem menor massa muscular, menor altura dos membros inferiores e menor altura corporal do que estes (Zymbal, Janz, Baptista, 2017).

Em 2013, foram publicadas orientações pela Sociedade Internacional de Densitometria Clínica (ISCD) dando recomendações para avaliar crianças em risco de fratura óssea devido a sua fragilidade e estabelecer critérios para a osteoporose na população pediátrica. Os critérios clínicos necessários para diagnosticar a osteoporose nessa faixa etária incluem a presença de 1 ou mais fraturas vertebrais de compressão na ausência de doença local ou trauma de alta energia, ou um Z score de densidade mineral óssea (DMO) menor igual ou igual a  $-2$  desvios padrão (DP) com 2 ou mais fraturas de ossos longos aos 10 anos de idade, ou 3 ou mais fraturas de ossos longos aos 19 anos de idade (Clark, Ness, Bishop et al., 2014).

No presente estudo utilizou-se o valor de z-score de menor ou igual a  $-0,9$ , uma vez que o objetivo foi verificar se o teste do salto horizontal num contexto escolar permite rastrear a fragilidade óssea tendo em vista a sua prevenção em contexto escolar e a promoção de medidas para maximização do pico de massa óssea.

Em relação as limitações do estudo, o destaque vai para a inexistência de valores de referencia do salto horizontal com e sem pausa (poder preditivo) a nível internacional. Recomenda-se a iniciativa de haver mais estudo neste contexto de forma a que seja possível definir valores normativos para os jovens.

Apesar da aptidão muscular avaliada através do salto horizontal sem pausa dos rapazes e raparigas portugueses ser semelhante ou superior aos seus congéneres de outros países com dados. Conclui-se que o salto horizontal sem ou com pausa pode constituir um marcador da fragilidade óssea nas raparigas mas não nos rapazes dos 10 aos 17 anos.

## Referências

Alpha-fit. (2009). The Alpha health-related fitness test battery. Retrieved from <http://www.ugr.es/~cts262/ES/documents/ALPHA-Fitness>.

Araújo, Denise Sardinha Mendes Soares de, & Araújo, Claudio Gil Soares de. (2000). Aptidão física, saúde e qualidade de vida relacionada à saúde em adultos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 6(5), 194-203.

Ashby, B.M., & Delp, S.L. (2006). Optimal control simulations reveal mechanisms by which arm movement improves standing long jump performance. *Journal of Biomechanics* (39: 1726–1734).

Ashby B.M., & Heegaard J.H.(2002). Role of arm motion in the standing long jump. *Journal Biomechanics*. (35:1631-1637).

Bailey, D. A., McKay, H. A., Mirwald, R. L., Crocker, P. R. E., & Faulkner, R. A. (1999). A six-year longitudinal study of the relationship, of physical activity to bone mineral accrual in growing children: The University of Saskatchewan bone mineral accrual study. *Journal of Bone and Mineral Research*, (14, 1672–1679).

Baptista, F., Mil-Homens, P., Carita, A. I., Janz, K. F., & Sardinha, L. B. (2016). Peak vertical jump power as a marker of bone health in children. *International Journal of Sports Medicine*, (37, 653–658).

Barrack, M.T., Fredericson, M., Tenforde, A.S., & Nattiv, A. (2017). Evidence of a cumulative effect for risk factors predicting low bone. *British Journal Sports Medicine*, Feb;51(3):200-205

Baxter-Jones, A.D.G., Faulkner, R.A., Forwood, M.R., Mirwald, R.L., & Bailey, D.A. (2011). Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: an estimation of peak bone mass. *Journal of Bone and Mineral Research*, (26:1729–1739).

Bolam, K. A., van Uffelen, J. G., & Taaffe, D. R. (2013). The effect of physical exercise on bone density in middle-aged and older men: A systematic review. *Osteoporosis International*, 24, 2749–2762.

Borer, K. T. (2005). Physical activity in the prevention and amelioration of osteoporosis in women: Interaction of mechanical, hormonal and dietary factors. *Sports Medicine*, 35, 779–830.

Boyer, C. Tremblay, M. T. Saunders, J. (2013). “Feasibility, validity, and reliability of the plank isometric hold as a field-based assessment of torso muscular endurance for children 8-12 years of age,” *Pediatric exercise science*, vol. 25, no. 3,. 407–422.

Campos, L. Liphaut B. Silva. C, Pereira. R,. (2003). “Osteoporose na infância e adolescência”. *Jornal Pediátrico*, 79(6):481-488.

Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*, 100, 126-131.

Castro-Piñero, J., Ortega, F.B., Artero, E.G., Girela-Rejón, M.J., Mora, J., Sjöström, M., & Ruiz, J. R. (2010). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24: 1810–1817.

Catley, M.J & Tomkinson, G.R. (2013). Normative health-related fitness values for children: analysis of 85347 test results on 9-17-year-old Australians since 1985. *British Journal Sports Medicine* 47: 98–108.

Clark, E.M., Ness, A.R., Bishop, N.J., Tobias, J.H. (2006). Association between bone mass and fractures in children: a prospective cohort study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 21: 1489–1495

Cheng, J.C.; Leung, S.S.; Lee, W.T.; Lau, J.T.; Maffulli, N.; Cheung, A.Y.; Chan, K.M. (1988). Determinants of axial and peripheral bone mass in Chinese adolescents. *Archives of Disease in Childhood*, 78, 524–530.

Cheng, S., Volgyi, E., Tylavsky, F.A., Lyytikainen, A., Tormakangas, T., Xu, L., Cheng, S.M., Kroger, H., Alen, M., Kujala, U.M. (2009). Trait specific tracking and determinants of body composition: a 7-year follow-up study of pubertal growth in girls. *BMC Medicine*, (vol 7, article 5).

Corbin, C. B., Dowell, L. J., & Landiss, C. (1968). Concepts and experiments in physical education. Dubuque, IA: William C. Brown.

Cooper Institute for Aerobics Research. (1987). *Fitnessgram test administration manual* (4th Edition). Dallas, Texas: The Cooper Institute, 8-1 - 8-55.

Fricke, O., Beccard, R., Semler, O., Schoenau, E. (2010). Analyses of muscular mass and function: the impact on bone mineral density and peak muscle mass. *Journal Pediatric*; 25: 2393–2400.

Fryar, C.D., Gu, Q. & Ogden, C.L.(2012). Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007-2010. *Vital Health Stat* 11: 1–48.

Gordon, C.M., Zemel, B.S., Wren, T.A., Leonard, M.B., Bachrach, L.K., Rauch, F., Gilsanz, V., Rosen, C.J., Winer, K.K. (2017) The determinants of peak bone mass. *Journal Pediatric*; 180:261–269.

Gracia-Marco, L., Moreno, L.A., Ortega, F.B., Leon, F., Sioen, I., Kafatos, A., Martinez-Gomez, D., Widhalm, K., Castillo, M.J., Vicente-Rodriguez, G. (2011) Levels of physical activity that predict optimal bone mass in adolescents: the HELENA study. *American Journal Prevention Medicine*; (40(6):599-607)

Gulías-González, R., Sánchez-López, M., Olivas-Bravo, Á., Solera-Martínez, M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2014). Physical fitness in Spanish schoolchildren aged 6–12 years: Reference values of the battery EUROFIT and associated cardiovascular risk. *Journal of School Health*, 84, 625–635.



Hardcastle, S.A, Gregson C.L., Rittweger, J., Crabtree, N., Ward, K., Tobias, J.H. (2014). Jump power and force have distinct associations with cortical bone parameters: findings from a population enriched by individuals with high bone mass. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*; (99(1):266-75).

Heaney R P, Abrams S, Dawson-Hughes B, Looker A, Marcus R, Matkovic V, Weaver C. (2000). Peak Bone Mass. *Osteoporosis International*, 11: 985-1009.

Institute of Medicine (2012). *Fitness Measures and Health Outcomes in Youth*. Washington, DC: The National Academies Press.

Janz, K. F., Letchy, E. M., Burns, T. L., Francis, S. L., Levy, S. M. (2015). Muscle power predicts adolescent bone strength: Iowa bone development study. *Medicine Science Sports Exercice*; (47(10):2201-6).

Johnson, P. B., Updyke, W. F., Stolberg, D. C., & Schaefer, M. (1966). *Physical education: A problem-solving approach to health and fitness: A textbook for men and women*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Koezuka N, Koo M, Allison KR, Adlaf EM, Dwyer JJ, Faulkner G et al. (2006). The relationship between sedentary activities and physical inactivity among adolescents: results from the Canadian Community Health Survey. *Journal of Adolescent Health* ;39:515-22.

Kohrt W M, Bloomfield S A, Little K D, Nelson M E, Yingling V R. (2004). American College of Sports Medicine Position Stand: physical activity and bone health. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 36: 1985-1996.

Lee, J., & Cheng, K. (2008). Effect of shoulder strenght on the flight distance in the standing long jump. In J. H. Kwon, J. Shim, J. K. Shim and I. Shin (Eds.), *International Symposium of Biomechanics in Sports* (pp. 402–405). Konstanz: Sport Science University of Konstanz.

Lohman, T. G. (1992). Exercise training and body composition in childhood. *Journal Sport Science*, 17: 284-287.

Mackala, K., Stodółka, J., Sieminski, A., & Čoh, M.(2013). Biomechanical analysis of standing long jump from varying starting positions. *Journal Strength and Conditioning Research* 27(10): 2674–2684, 2013

Malina, R. M., Pena Reyes, M. E., Eisenmann, J. C., Horta, L., Rodrigues, J., & Miller, R. (2000). Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *Journal of Sports Sciences*, 18, 685-693.

McKay, H., Liu, D., Egeli, D., Boyd, S., Burrows, M. (2011). Physical activity positively predicts bone architecture and bone strength in adolescent males and females. *Acta Paediatrica*;100(1):97-101.

Meredith, M. D., & Welk, G. J. (2013). FITNESSGRAM®/ACTIV-ITYGRAM® test administration manual (updated 4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

Morrow, J. R., Jr. (2005). CH McCloy Research Lecture: Are American children and youth fit? It's time we learned. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 76, 377–388.

Morrow, J. R., Jr., & Ede, A. (2009). Research Quarterly for Exercise and Sport Lecture. Statewide physical fitness testing: A big waist or a big waste? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80, 696–701.

Morrow, J. R., Jr., Martin, S. B., & Jackson, A. W. (2010). Reliability and validity of the FitnessGram®: Quality of teacher-collected health-related fitness surveillance data. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(Suppl. 3), S24–S30. doi:10.1080/02701367.2010.10599691

Newton, R.U., Kraemer, W.J,. (1994). Developing explosive muscular power : implications for a mixed methods training strategy.*The Journal of Strength & Conditioning*; 16: 20 - 31.

Nilsson, M., Sundh, D., Ohlsson, C., Karlsson, M., Mellstrom, D., & Lorentzon, M. (2014). Exercise during growth and young adulthood is independently associated with cortical bone size and strength in old Swedish men. *Journal of Bone and Mineral Research*, 29, 1795–1804.

Nikander, R., Sievanen, H., Heinonen, A., Daly, R.M., Uusi-Rasi, K., Kannus, P. (2010) Targeted exercise against osteoporosis: a systematic review and meta-analysis for optimising bone strength through out life. *BMC Medicine* 8:47.

Ortega, F.B., Artero, E.G., Ruiz, J.R., España-Romero, V., Jiménez-Pavón, D., Vicente-Rodriguez, G., Moreno, L.A., Manios, Y., Béghin, L., Ottevaere, C., Ciarapica, D., sari, K., Dietrich, S., Blair, S.N., Kerting, M., Molnar, D., González-Gross, A., Gutierrez, A., Sjöstrom, M., Castillo, M.J., & HELENA study, (2011). Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *British Journal of Sports Medicine* 45: 20–29.

Pate, R. R., Corbin, C. B., Simons-Morton, B. G., & Ross, J. G. (1987). Physical education and its role in school health promotion. *Journal of School Health*, 57, 445–450.

Pišot, R., & Planinšec, J. (2010). Motor structure and basic movement competences in early child development. *Annales Kinesiologiae*, 1(2), 145–165.

Popeska, B., Georgiev, G., & Mitevski, O. (2009). Structure of motor space in children at 7 year age. *Physical Education and Sport*, 48(8), 19–24.

Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., España-Romero, V., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca, M. M., Castillo, M. J. (2011). Field-based fitness assessment in young people: the ALPHA health-related fitness test battery for children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 518–524.

Saidj, M., Jørgensen, T., Jacobsen, R., Linneberg A. & Aadahl, M. (2014). *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* Vol. 40, No. 5, pp. 531-538

Saint-Maurice, P.F., Laurson, K.R., Kaj, M. & Csányi, T. (2015). Establishing Normative Reference Values for Standing Broad Jump Among Hungarian Youth.

Sallis, J. F., & McKenzie, T. L. (1991). Physical education's role in public health. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62, 124–137.

Schoenau, E., Neu, C. M., Beck, B., Manz, F., Rauch, F. (2002). Bone Mineral Content per Muscle Cross-Sectional Area as an Index of the Functional Muscle-Bone Unit. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17: 1095–1101.

Sherar, L. B., Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Thomis, M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics*, 147: 508-514.

Simons-Morton, B.G., Parcel, G.S., O'Hara, N.M., Blair, S.N., Pate, R.R. Health-related physical fitness in childhood: status and recommendations. *Annual Review Public Health*. 1988;9:403-425.

Sleap, M.; Warbustion, P. (1992). Physical activity levels of 5-11-years-old children in England as determined by continuous observation. *Res. Q. Exerc. Sport*. 63 (3): 238-245.

Tambalis, K.D., Panagiotakos, D.B., Psarra, G., Daskalakis, S., Kavouras, S.A., Geladas, N., Tokmakidis, S., & Sidossis, L.S. (2015). Physical fitness normative values for 6-18-year-old Greek boys and girls, using the empirical distribution and the lambda, mu, and sigma statistical method. *Europe Journal Sport Science* 1–11.

Tan, V. P., Macdonald, H. M., Kim, S., Nettlefold, L., Gabel, L., Ashe, M. C., & McKay, H. A. (2014). Influence of physical activity on bone strength in children and adolescents: A systematic review and narrative synthesis. *Journal of Bone and Mineral Research*, 29, 2161–2181.

Torres-Costoso, A., Gracia-Marco, L., Sánchez-López, M., García-Prieto, J.C., García-Hermoso, A., Díez-Fernández, A., Martínez-Vizcaíno, V. (2015). Lean mass as a total

mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: A mediation analysis. *Journal of Sports Sciences*, 33, 817–830.

U.S. Department of Health and Human Services. (2008). Be active, healthy, and happy. In M. O. Leavitt (Ed.), *Physical Activity Guidelines for Americans*.

U.S. Department of Health and Human Services. (2004). Bone health and osteoporosis: A report of the Surgeon General. Rockville, MD: U.S. Department of Health and Human Services, Office of the Surgeon General.

Vanhelst, J., Béghin, L., Czaplicki, G., & Ulmer, Z. (2014). BOUGE-fitness test battery: Health-related field-based fitness tests assessment in children and adolescents. *Revue Medicale de Bruxelles*, 35, 483–490.

Vanrenterghem, J., Lees, A., Lenoir, M., Aerts, P., & De Clercq, D. (2004). Performing the Vertical Jump: Movements adaptations for submaximal jumping. *Human Movement Science* 22, 713-727.

Vicente, G., Urzanqui, A., Mesana, M., Ortega, B., Ruiz, R., Ezquerro, J., Casajús, A., Blay, G., Blay, A., Gonzalez M. et al., (2008). Physical fitness effect on bone mass is mediated by the independent association between lean mass and bone mass through adolescence: A cross sectional study. *Journal of Bone and Mineral Research*, 26, 288–294.

Volgyi, E., Lyytikainen, A., Tyllavsky, F. A., Nicholson, P. H. F., Harri, S., Alén, M., Cheng, S. (2010). Long-Term Leisure-Time Physical Activity Has a Positive Effect on Bone Mass Gain in Girls. *Journal of Bone and Mineral Research*, 25: 1034–1041.

Wakai, M., & Linthorne, N.P.(2005). Optimum take-off angle in the standing long jump. *Journal Human Movement Science*, 24: 81–96.

Wang, Q., Seeman, E. (2013). Skeletal growth and peak bone strength. In: Rosen CJ, editor. *Primer on the metabolic bone diseases and disorders of mineral metabolism*. Eighth ed. Ames: John Wiley & Sons,. p. 127–34.

Weaver, C. M., Gordon, C. M., Janz, K. F., Kalwarf, H. J., Lappe, J. M., Lewis, R., OKarma, M., Wallace, T. C., & Zemel, B. S. (2016). Peak bone mass development and lifestyle factors: A systematic review and implementation recommendations. *Osteoporosis International*, 27, 1281–1386.

Welk, G. J. (2006). Strengthening the scientific basis of the FitnessGram® program. *Journal of Physical Activity and Health*, 3(Suppl. 2), S1–S4.

Wiklander, J., & Lysholm, J. (1987). Simple test for surveying muscle strength and muscle stiffness in sportsmen. *International Journal Sports and Medicine*, 8: 50–54.

Zhouye, C., Yoshimasa, I., Yun, W., & Kazuhiko, W. (2010). Developmental movement of standing long jump in elementary school children by kinematics analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24, 1.

Zymbal, V., Baptista, F., Letuchy, E.M., Janz, K.F., Levy, S.M. (2019) Mediating effect of muscle on the relationship of physical activity and bone. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1):202-210.

**Anexos**

## Anexo 1 – Acordo e consentimento informado



Exmo. Encarregado de Educação,

A bateria FITNESSGRAM consiste num conjunto de testes de aptidão física desenvolvido pelo Instituto de Cooper de Dallas (EUA) há mais de 30 anos para auxiliar o Professor de Educação Física na avaliação e educação da aptidão física relacionada com a saúde. A bateria FITNESSGRAM foi adotada em Portugal pelo Ministério da Educação sendo atualmente designada por FITEscola.

Decorrente de novas evidências científicas, o Instituto de Cooper em cooperação com a Faculdade de Motricidade Humana (FMH) da Universidade de Lisboa pretende introduzir e/ou modificar alguns testes desta bateria. Para o efeito é fundamental definir valores de referência para estes testes e o estudo descrito em seguida vem no seguimento dessa pretensão.

O estudo tem como objetivo a **avaliação da aptidão músculo-esquelética da população escolar dos 10-17 anos** tendo em vista a obtenção de valores de referência para identificar jovens de risco nesta dimensão da saúde. A avaliação da **aptidão muscular** é efetuada em contexto escolar (aula de educação física, duração 15 min) e a avaliação da composição corporal (**massa muscular, massa óssea** e complementarmente massa gorda) é efetuada no Laboratório de Exercício e Saúde da FMH (Cruz-Quebrada, duração 10 min).

A **aptidão muscular** será avaliada através de um salto de impulsão vertical e de um salto de impulsão horizontal ao nível dos membros inferiores, através da força de preensão ao nível dos membros superiores e através de um teste de prancha abdominal ao nível do tronco. A **composição corporal** será avaliada através de absorciometria de raio x de dupla energia. A dose efetiva de radiação por cada exame é de 1-3  $\mu\text{Sv}$  (micro Sievert), ou seja, muito pequena quando comparada com a do envolvimento natural que é de 5-8  $\mu\text{Sv}$  por dia, ou com a de um raio-x ao tórax que é de 50-150  $\mu\text{Sv}$ . Serão realizados 2 exames através de DXA.

Serão ainda obtidas informações sobre o **estado geral de saúde** através de questionário e do **estado maturacional** através do peso, altura total e altura sentada. A partir destes parâmetros é possível estimar a **altura corporal na idade adulta**.

Após o processo de avaliação, será disponibilizado a cada participante o respetivo **relatório** individual (exemplo em anexo). Será assegurada a confidencialidade dos dados. Os procedimentos de avaliação serão efetuados por técnicos especializados e experientes e não se espera qualquer dificuldade ou desconforto durante ou após as avaliações.

As avaliações da turma do seu educando decorrem de 1/3 a 15/3/2018. Para que o seu educando possa participar neste estudo, solicita-se o preenchimento e entrega deste acordo e consentimento informado ao Professor de Educação Física com **marcação do dia/hora para a avaliação na FMH (dias uteis: das 15 às**



**19H00, sábado: das 9H30 às 12H00).** Para mais informações contactar a coordenadora FMH do projeto (email: fbaptista@fmh.ulisboa.pt | tel: 936911800).

---

### Acordo e Consentimento Informado

Declaro que recebi a informação necessária a este consentimento informado e entendi o que se pretende da minha participação.

Nome do aluno: \_\_\_\_\_ Ano: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nome do Encarregado de Educação: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

**Marcação de avaliação na FMH:** dia: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_; hora: \_\_\_\_ Telefone para confirmação da marcação: \_\_\_\_\_

### *Anexo 2 – Avaliação do estado de saúde*

---

Faculdade de Motricidade Humana

#### *Informações Sociodemográficas*

Nome (aluno): \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data de Nascimento: \_\_\_\_\_

Género: Feminino ☐ Masculino ☐ Braço dominante: Direito ☐

Esquerdo ☐

Último ano de escolaridade concluído (Encarregado de Educação): \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

#### Doenças Crónicas e Medicação

Alguma vez tomou algum medicamento mais de 6 meses? Que outros medicamentos toma atualmente? (\* indicar para que doença o medicamento foi prescrito)

Medicamento	Doença	Ano de início	nº de anos
-------------	--------	---------------	------------


Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Ciclo Reprodutivo

Com que idade ocorreu a 1ª menstruação: \_\_\_\_\_ A menstruação ocorre com uma frequência regular? (11-13x/ano)? Sim Não ☐ Duração do ciclo menstrual (do 1º dia da menstruação até ao 1º dia da menstruação seguinte): até 35 dias ☐ mais do que 35 dias

### Ocorrência de Lesões

Alguma vez sofreu uma fratura óssea? Especificar o local ósseo ou região corporal, a idade da ocorrência e em que situação.

	Região do corpo	Idade na ocorrência	Situação de ocorrência
Fracturas ósseas			

Observações: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Consumo de Cálcio (laticínios)

Produto	nº porções/dia	mg de Ca/porção	mg de cálcio
Leite (250 ml)		X 300	
Iogurte (125 g)		X 160	
Queijo (30g)		X 200	
<i>Consumo de cálcio de fontes não lácteas</i>			250
TOTAL			

### Prática de Atividade Física

Praticou ou pratica algum desporto ou qualquer outra modalidade (dança, etc.)? Se sim, quais?

Modalidade	Ano de início	nº de anos	Horas de treino/semana	nº de meses/ano
<i>Nível técnico máximo alcançado:</i>				

Observações:

---



---



---



---